

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-155978

(P2001-155978A)

(43) 公開日 平成13年6月8日 (2001.6.8)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード (参考)

H 0 1 L 21/02  
21/306  
27/12

H 0 1 L 21/02  
27/12  
21/306

B 5 F 0 4 3  
B  
B

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平11-338137

(22) 出願日 平成11年11月29日 (1999. 11. 29)

(71) 出願人 000190149

信越半導体株式会社

東京都千代田区丸の内1丁目4番2号

(71) 出願人 598054968

エス オー アイ テック シリコン オ

ン インシュレータ テクノロジーズ

フランス国 38190 ベルニン、バルク

テクノロジー デス フォンティネス

(72) 発明者 桑原 登

群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越半  
導体株式会社半導体磯部研究所内

(74) 代理人 100102532

弁理士 好宮 幹夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 剥離ウエーハの再生処理方法及び再生処理された剥離ウエーハ

(57) 【要約】

【課題】 再生処理した剥離ウエーハに熱処理を施してもパーティクルが発生せず、再生されたウエーハの品質が高く、歩留りが良い剥離ウエーハの再生処理方法及び再生されたウエーハを提供する。

【解決手段】 イオン注入剥離法によって結合ウエーハを製造する際に副生される剥離ウエーハを再生処理する方法において、前記剥離ウエーハの少なくとも面取り部のイオン注入層を除去した後、ウエーハ表面を研磨する。具体的には、剥離ウエーハの少なくとも面取り部のエッチング処理及び／または面取り加工をした後、研磨する。あるいは、前記剥離ウエーハを熱処理した後、研磨する。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 イオン注入剥離法によって結合ウエーハを製造する際に副生される剥離ウエーハを再生処理する方法において、前記剥離ウエーハの少なくとも面取り部のイオン注入層を除去した後、ウエーハ表面を研磨することを特徴とする剥離ウエーハの再生処理方法。

【請求項2】 イオン注入剥離法によって結合ウエーハを製造する際に副生される剥離ウエーハを再生処理する方法において、前記剥離ウエーハの少なくとも面取り部のエッチング処理及び／または面取り加工をした後、ウエーハ表面を研磨することを特徴とする剥離ウエーハの再生処理方法。

【請求項3】 前記少なくとも面取り部のエッチング処理及び／または面取り加工により、前記剥離ウエーハの少なくとも面取り部のイオン注入層を除去することを特徴とする請求項2に記載の剥離ウエーハの再生処理方法。

【請求項4】 イオン注入剥離法によって結合ウエーハを製造する際に副生される剥離ウエーハを再生処理する方法において、前記剥離ウエーハを熱処理した後、ウエーハ表面を研磨することを特徴とする剥離ウエーハの再生処理方法。

【請求項5】 前記請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載の方法で再生処理されたことを特徴とするウエーハ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、イオン注入したウエーハを他のウエーハと結合した後に剥離してSOI (silicon on insulator) ウエーハ等の結合ウエーハを製造する、いわゆるイオン注入剥離法において、副生される剥離ウエーハの再生処理方法及び再生処理されたウエーハに関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、SOI構造のウエーハの作製法としては、酸素イオンをシリコン単結晶に高濃度で打ち込んだ後に、高温で熱処理を行い酸化膜を形成するSIMOX (separation by implanted oxygen) 法によるものと、2枚の鏡面研磨したシリコンウエーハを接着剤を用いることなく結合し、片方のウエーハを薄膜化する結合法がある。

【0003】しかしながら、最近、SOIウエーハの作製方法として、イオン注入したウエーハを結合後に剥離してSOIウエーハを製造する方法（イオン注入剥離法：スマートカット法（登録商標）とも呼ばれる技術）が新たに注目され始めている。この方法は、2枚のシリコンウエーハのうち、少なくとも一方に酸化膜を形成すると共に、一方のシリコンウエーハの上面から水素イオンまたは希ガスイオンを注入し、該ウエーハ内部に微小気泡層（封入層）を形成させた後、該イオンを注入した

方の面を酸化膜を介して他方のシリコンウエーハと密着させ、その後熱処理を加えて微小気泡層を劈開面として一方のウエーハを薄膜状に剥離し、さらに熱処理を加えて強固に結合してSOIウエーハとする技術（特開平5-211128号参照）である。この方法では、劈開面は良好な鏡面であり、SOI層の膜厚の均一性も高いSOIウエーハが比較的容易に得られている。

【0004】なお、このイオン注入剥離法によれば、イオン注入後、酸化膜を介さずに直接シリコンウエーハ同士を結合することもできるし、シリコンウエーハ同士を結合する場合のみならず、シリコンウエーハにイオン注入して、これとSiO<sub>2</sub>、SiC、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等の絶縁性ウエーハとを直接結合してSOI層を形成する場合もある。また、イオン注入するウエーハとしてシリコンウエーハ以外のウエーハ（SiO<sub>2</sub>、SiC、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等）を用いれば、これらの薄膜を有する結合ウエーハを得ることもできる。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】このようなイオン注入剥離法でSOIウエーハ等の結合ウエーハを作製すると、必然的に1枚のシリコンの剥離ウエーハが副生されることになる。従来、イオン注入剥離法においては、この副生した剥離ウエーハを再生することによって、実質上1枚のシリコンウエーハから1枚のSOIウエーハを得ることができるので、コストを大幅に下げることができるとしていた。

【0006】ところが、このような剥離ウエーハは、そのままでは通常のシリコン鏡面ウエーハとして使用できるようなものではなく、ウエーハ周辺に段差があったり、剥離面にイオン注入によるダメージ層が存在し、表面粗さが大きかったりするものである。従って、鏡面ウエーハとして再生させるには、表面を研磨（再生研磨）することにより段差やダメージ層を除去し、表面粗さを改善する必要がある。

【0007】しかしながら、上記のように研磨を行って剥離ウエーハの表面粗さを改善しても、以下の問題があることが本発明者らにより見出された。図4は、その問題点を模式図で表現したものである。図4（1）に示されているように、水素イオン注入を行うボンドウエーハ2の外周部は、通常、加工時の割れ、欠け等を防止するため、面取りと呼ばれる加工により面取り部8が形成されている。このボンドウエーハに図4（2）に示すように、必要に応じて熱酸化処理することで表面に酸化膜3が形成される。次に、このようなボンドウエーハ2の上面から水素イオンを注入すると、図4（3）に示すように、ウエーハ上面と平行に微小気泡層4が形成され（以下、ウエーハの上面から、注入されたイオンにより形成された微小気泡層4までをイオン注入層という）、面取り部8にもイオン注入層9が形成される。

【0008】このようにイオン注入層9が形成されたボ

ンドウエーハ2は、酸化膜3を介してベースウエーハと密着され、次いで熱処理を施して結合された後、SOIウエーハと剥離ウエーハ5とに分離される。このとき、イオン注入が行われているにもかかわらずベースウエーハ表面と結合されない面取り部8のイオン注入層9は、図4(4)に示すように、剥離後も剥離ウエーハ5に残留することになる。尚、図示はしていないが、面取り部8よりやや内側の剥離ウエーハ外周部分、いわゆる研磨ダレが生じている部分についても、同様にベースウエーハと結合されず、剥離後も剥離ウエーハ5に残留することがある。

【0009】このように副生された剥離ウエーハ5を鏡面ウエーハとして再生させるために、ウエーハ表面を鏡面研磨した場合、剥離ウエーハ5の表面上の段差10と表面粗さは除去される。

【0010】ところが、このように研磨された剥離ウエーハ5は、図4(5)のように面取り部8のイオン注入層9の一部が残留しており、このウエーハ5に熱酸化等の熱処理を行うと、その熱処理工程中に、図4(6)のように面取り部8に残留しているイオン注入層9の剥離が発生し、剥離されたイオン注入層はパーティクル13となってウエーハに付着することが分かった。さらに、このような熱処理中に付着したパーティクルは、その後洗浄を行っても除去しにくい、再生ウエーハの品質、歩留まり等を低下させるという問題があることが本発明者らにより明らかとなった。なお、このような問題は、シリコンウエーハを用いる場合だけでなく、イオン注入するウエーハとしてSiO<sub>2</sub>、SiC、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等のウエーハを用いた場合の再生処理においても同様に発生する。

【0011】そこで、本発明では、再生処理した剥離ウエーハに熱処理を施してもパーティクルが発生せず、再生されたウエーハの品質が高く、歩留まりが良い剥離ウエーハの再生処理方法及び再生されたウエーハを提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、上記目的を達成するため、イオン注入剥離法によって結合ウエーハを製造する際に副生される剥離ウエーハを再生処理する方法において、前記剥離ウエーハの少なくとも面取り部のイオン注入層を除去した後、ウエーハ表面を研磨することを特徴とする剥離ウエーハの再生処理方法が提供される(請求項1)。

【0013】このように、剥離ウエーハの少なくとも面取り部のイオン注入層を確実に除去した後、ウエーハ表面を研磨することにより、剥離ウエーハ全体からイオン注入層が完全に除去されるため、その後熱処理されてもパーティクルが発生せず、品質の高いウエーハを高い歩留まりで確実に再生することができる。

【0014】また、本発明によれば、イオン注入剥離法

によって結合ウエーハを製造する際に副生される剥離ウエーハを再生処理する方法において、前記剥離ウエーハの少なくとも面取り部のエッチング処理及び/または面取り加工をした後、ウエーハ表面を研磨することを特徴とする剥離ウエーハの再生処理方法が提供される(請求項2)。

【0015】このように、再生研磨を行う前に予め剥離ウエーハの少なくとも面取り部のエッチング処理及び/または面取り加工をすることで、剥離ウエーハの面取り部におけるイオン注入層を除去することができる。そして次の研磨により、面取り部より内側の外周部付近に残留しているイオン注入層が除去されると共に、剥離ウエーハ表面のダメージ層の除去および表面粗さの改善も同時にできる。従って、研磨後にイオン注入層が残留していないため、その後熱処理されてもパーティクルが発生せず、品質の高いウエーハを高い歩留まりで確実に再生することができる。

【0016】この場合、前記少なくとも面取り部のエッチング処理及び/または面取り加工により、前記剥離ウエーハの少なくとも面取り部のイオン注入層を除去することが好ましい(請求項3)。このように少なくとも面取り部のイオン注入層を除去することにより、パーティクルの発生要因となっていたイオン注入層を確実に除去でき、その後研磨を行うことでパーティクルの発生が無い再生ウエーハを確実に得ることができる。

【0017】さらに本発明によれば、イオン注入剥離法によって結合ウエーハを製造する際に副生される剥離ウエーハを再生処理する方法において、前記剥離ウエーハを熱処理した後、ウエーハ表面を研磨することを特徴とする剥離ウエーハの再生処理方法も提供される(請求項4)。このように剥離ウエーハを予め熱処理することで、剥離ウエーハ周辺付近に残留しているイオン注入層の剥離を発生させ、洗浄した後、あるいは直接研磨することによりこれを除去することができる。また、研磨を行うことにより表面粗さが改善され、品質の高いウエーハを歩留まり良く再生することができる。

【0018】さらに本発明によれば、前記方法で再生処理されたことを特徴とするウエーハも提供される(請求項5)。このように再生処理されたウエーハは、イオン注入層が全て除去され、かつ剥離ウエーハ表面のダメージ層が除去され、また表面粗さも改善されているので、その後熱処理を受けてもパーティクルが発生せず、高品質の鏡面ウエーハとして好適に使用することができる。

【0019】特に、CZシリコンウエーハから副生された剥離ウエーハをベースウエーハあるいは通常のシリコン鏡面ウエーハとして用いる場合には、再生処理された剥離ウエーハ中に剥離熱処理等により酸素析出が発生しているので、これがゲッターリング効果を発揮するために好適なものとなる。また、FZシリコンウエーハから副

生された剥離ウエーハあるいはエピタキシャル層を有する剥離ウエーハの場合には、CZシリコンウエーハのようにCOP (Crystal Originated Particle) や酸素析出物といった結晶欠陥がないので、ボンドウエーハとして再利用するのに好適である。

#### 【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照しながら説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。ここで、図1は水素イオン剥離法によるSOIウエーハの製造工程の一例を示すフロー図である。

【0021】以下、本発明を2枚のシリコンウエーハを結合する場合を中心に説明する。まず、図1の水素イオン剥離法において、工程(a)では、2枚のシリコン鏡面ウエーハを準備するものであり、デバイスの仕様に合った基台となるベースウエーハ1とSOI層となるボンドウエーハ2を準備する。次に工程(b)では、そのうちの少なくとも一方のウエーハ、ここではボンドウエーハ2を熱酸化し、その表面に約0.1  $\mu\text{m}$  ~ 2.0  $\mu\text{m}$  20 厚の酸化膜3を形成する。

【0022】工程(c)では、表面に酸化膜を形成したボンドウエーハ2の片面に対して水素イオンまたは希ガスイオンを注入し、イオンの平均進入深さにおいて表面に平行な微小気泡層(封入層)4を形成させるもので、この注入温度は25~45  $^{\circ}\text{C}$ が好ましい。工程(d)は、水素イオン注入したボンドウエーハ2の水素イオン注入面に、ベースウエーハ1を酸化膜を介して重ね合わせて密着させる工程であり、常温の清浄な雰囲気下で2枚のウエーハの表面同士を接触させることにより、接着剤 30 等を用いることなくウエーハ同士が接着する。

【0023】次に、工程(e)は、封入層4を境界として剥離することによって、剥離ウエーハ5とSOIウエーハ6(SOI層7+埋込み酸化膜3+ベースウエーハ1)に分離する剥離熱処理工程で、例えば不活性ガスや酸化性ガス雰囲気下約50  $^{\circ}\text{C}$ 以上の温度で熱処理を加えれば、結晶の再配列と気泡の凝集とによって剥離ウエーハ5とSOIウエーハ6に分離される。

【0024】そして、工程(f)では、前記工程(d)(e)の密着工程および剥離熱処理工程で密着させたウエーハ同士の結合力では、そのままデバイス工程で使用するには弱いので、結合熱処理としてSOIウエーハ6に高温の熱処理を施し結合強度を十分なものとする。この熱処理は例えば不活性ガスや酸化性ガス雰囲気下、105  $^{\circ}\text{C}$  ~ 1200  $^{\circ}\text{C}$ で30分から2時間の範囲で行うことが好ましい。尚、工程(e)の剥離熱処理と工程(f)の結合熱処理を連続的に行ったり、また、工程(e)の剥離熱処理と工程(f)の結合熱処理を同時に兼ねるものとして行ってもよい。

【0025】次に、工程(g)は、タッチポリッシュと 50

呼ばれる研磨代の極めて少ない鏡面研磨の工程であり、SOI層7の表面である劈開面(剥離面)に存在する結晶欠陥層の除去と表面粗さを除去する工程である。以上の工程を経て結晶品質が高く、膜厚均一性の高いSOI層7を有する高品質のSOIウエーハ6を製造することができる(工程(h))。

【0026】このような水素イオン剥離法においては、図1(e)工程において、剥離ウエーハ5が副生されることになる。水素イオン剥離法によって作製されるSOI層の厚さは、通常0.1~1.5ミクロン程度で、厚くとも2ミクロン以下であるので、剥離ウエーハ5は充分な厚さを有する。したがって、これをシリコンウエーハとして再生し、再利用すれば、SOIウエーハの製造コストを著しく下げることが可能となる。

【0027】ところが、前記図4(4)に剥離ウエーハ5の部分拡大模式図を示したように、この剥離ウエーハ5の周辺部には、残留したイオン注入層9による段差10が発生し、そのままではシリコンウエーハとして使用できないものとなる。この周辺の段差10は、ボンドウエーハの周辺部がベースウエーハと結合されずに未結合となることから発生するものである。また、剥離ウエーハ5の剥離面11には、水素イオン注入によるダメージ層12が残存し、その表面粗さも、通常の鏡面ウエーハに比べて悪いものである。

【0028】そこで、本発明では、水素イオン剥離法において副生した剥離ウエーハに、適切な再生処理を施して実際にシリコンウエーハとして再生するために、前記剥離ウエーハの少なくとも面取り部のイオン注入層を除去した後、ウエーハ表面を研磨する。

【0029】本発明にかかる再生処理方法の第1の態様では、まず、剥離ウエーハ5の少なくとも面取り部8のエッチング処理及び/または面取り加工を行うことにより、面取り部8のイオン注入層9を除去する。

【0030】面取り部8のエッチング処理としては、通常用いられる混酸、例えば、混酸(フッ酸と硝酸の混合物)等の酸エッチング液やKOH、NaOH等を溶解したアルカリエッチング液を用いてエッチングを行うことができる。この場合、少なくとも面取り部8に残留しているイオン注入層9を除去できれば良いため、少なくとも面取り部8をエッチング液に浸漬させてエッチングすれば良い。

【0031】また、別の方法としては、剥離ウエーハ5全体を前記混酸等のエッチング液に浸漬させて全面をエッチングしても良い。前記したようにSOIウエーハのSOI層の厚さは、せいぜい2ミクロン以下であり、また酸化膜3の厚さも約0.1~2.0ミクロンであるため、剥離ウエーハ5の面取り部8に残留しているイオン注入層9は、厚くとも数ミクロン以内となる。従って、剥離ウエーハ5全体をエッチングしても、全体的に除去する厚さは、イオン注入層9の厚さ分、すなわち数ミク

ロン以内で十分であり、問題は無い。また、このように剥離ウエーハ5全体をエッチングする方法は、面取り部8のみをエッチング液に浸漬させてエッチングを行う方法よりも作業が容易であるという利点がある。

【0032】前記のように面取り部8のエッチングを行うほか、剥離ウエーハ5の面取り加工を行って面取り部8のイオン注入層9を除去することもできる。面取り加工の方法としては、インゴットをスライスして得たウエーハに面取り加工を施して図4(1)のような面取り部を形成させる通常の方法を適用することもできるが、面を粗くしてしまうこともあるので、面取り部を研磨するいわゆる鏡面研磨(鏡面面取り加工)を行うのが好ましい。この研磨では、わずか数 $\mu\text{m}$ 以下の取り代で確実にイオン注入層を除去することができる。

【0033】尚、面取り部のエッチング処理あるいは面取り加工をする前に、表面酸化膜3を除去するのが好ましい。特にエッチングを行う場合、酸化膜3と剥離面11とはエッチング速度が異なり、使用するエッチング液によっては剥離面11がイオン注入層9の厚さ以上にエッチングされてしまうおそれがあるからである。なお、酸化膜3の除去は、例えば剥離ウエーハ5をフッ酸中に浸漬することによって簡単に行うことができる。

【0034】上記のように少なくとも面取り部のエッチング処理や面取り加工を行って少なくとも面取り部8のイオン注入層9を除去した後、剥離ウエーハ5の剥離面11の研磨(再生研磨)を行う。この研磨に関してもウエーハに対する通常の研磨を適用できるが、この場合、剥離ウエーハの周辺部に残留するイオン注入層や剥離面のダメージ層を除去する研磨後、仕上げ研磨をするのが好ましい。

【0035】これは、予め行った面取り部のエッチング処理や面取り加工により除去し切れなかった面取り部より内側の表面上のイオン注入層を除去するほか、剥離面の表面粗さを改善するために行われるが、残留するイオン注入層等を除去する1段の研磨のみで研磨面を仕上げるより、より目の細かい研磨材を用いて複数段で研磨した方が研磨面の表面粗さや平坦度等をより良好なものとすることができ、通常のシリコン鏡面ウエーハの表面粗さあるいは平坦度と同等の品質を達成することができるからである。尚、この仕上げ研磨も1段で行う必要は必ずしも無く、2段あるいはそれ以上で行っても良い。

【0036】こうして、剥離ウエーハ面取り部8のイオン注入層9、剥離面11に残存するイオン注入によるダメージ層12、および剥離面11の表面粗さを除去することができ、通常の鏡面ウエーハに比べ何の遜色もない表面を持つ再生ウエーハを得ることができる。

【0037】本発明にかかる再生処理方法の第2の態様として、剥離ウエーハを熱処理した後、ウエーハ表面を研磨することもできる。前述したように、面取り部等にイオン注入層が残存している剥離ウエーハに熱酸化等の

熱処理を行うと、その熱処理工程中、面取り部に残留しているイオン注入層から剥離が発生し、パーティクルとなってウエーハに付着する問題が生じることが本発明で明らかとなった。

【0038】そこで本発明にかかる再生処理方法の第2の態様では、このような熱処理によるイオン注入層の剥離を利用することで、イオン注入層を予め除去することとした。すなわち、SOIウエーハ等の結合ウエーハを製造する際に副生される剥離ウエーハに、まず熱処理を行う。このときの熱処理条件としては、500℃以上の温度で数分から数時間、例えば酸化性雰囲気中で1000℃、30分の熱処理により、残留するイオン注入層を剥離させることができる。この熱処理の後、通常行われる洗浄工程を通してから、あるいは直接再生研磨を行うことにより、剥離して発生したパーティクルを除去することができる。尚、このように熱処理を行う前に、前記第1の態様と同様、剥離ウエーハをフッ酸中に浸漬することによって酸化膜を除去することが好ましい。

【0039】ところで、剥離ウエーハは、前述したように約500℃以上の剥離熱処理によって剥離されるので、当然そのような低温熱処理を受けていることになる。CZウエーハのように酸素を含むシリコンウエーハに低温熱処理を施すと酸素ドナーが発生し、例えばp型シリコンウエーハの抵抗率が異常に高くなる等の現象が生じることがあることは良く知られている。したがって、イオン注入剥離法によって副生される剥離ウエーハにおいても、剥離熱処理によって酸素ドナーが生じ、剥離ウエーハの抵抗率が異常になることがある。このため、例えばウエーハの厚さを測定する際に一般的に使用されている静電容量方式の測定器で剥離ウエーハの厚さを測定することができないといった問題が生じる。

【0040】そこで、ボンドウエーハとしてCZシリコンウエーハを使用した場合、その剥離ウエーハを本発明にかかる再生処理方法の第2の態様に従って再生処理することで、イオン注入層の剥離を生じさせる熱処理をドナー消去熱処理と兼ねることができる。すなわち、剥離ウエーハのイオン注入層を剥離させると同時に、剥離熱処理等によって剥離ウエーハ中に発生した酸素ドナーを消去し、剥離ウエーハの抵抗異常をなくすようにすることもできる。このような熱処理としては、ドナー消去熱処理として一般に行われているように600℃以上の熱処理を加えれば良く、慣用されている方法としては、例えば650℃で20分の熱処理をするようにすればよい。

【0041】以上のように熱処理を行った後、必要に応じてウエーハを洗浄し、次いで研磨を行う。この研磨は前記第1の態様の場合と同様に行うことができる。尚、研磨の前に行った熱処理によりウエーハ表面上には酸化膜が形成されている場合には、熱処理後、研磨を行う前にフッ酸等による酸化膜の除去を行うことが好ましい。

【0042】こうして、上記本発明のいずれの方法によって再生処理されたシリコンウエーハも、通常のシリコン鏡面ウエーハと全く同じように均一に研磨された面状態を有するので、貼り合わせSOIウエーハの原料ウエーハとして用いることができるし、通常の集積回路等の作製用のシリコンウエーハとして用いてもよい。また、いわゆるエピタキシャルウエーハのサブストレートとして用いてもよく、特にその再利用の用途は限定されるものではない。

【0043】この場合、本発明の再生処理された剥離ウエーハをベースウエーハあるいは通常のシリコン鏡面ウエーハとして用いる場合には、再生処理された剥離ウエーハ中には、水素イオン注入前の熱酸化処理（通常90℃以上）、および約500℃以上といった剥離熱処理により酸素析出が発生しているため、これがいわゆるイントリンシックゲッタリング効果（IG効果）を発揮するために好適なものとなる。また、剥離ウエーハをSOIウエーハを作製する際のベースウエーハあるいはボンドウエーハとして用いれば、実質上1枚のシリコンウエーハから1枚のSOIウエーハを得ることができるので、SOIウエーハの製造コストを著しく減少させることができる。

【0044】尚、本発明で再生処理された剥離ウエーハ（再生ウエーハ）は、所望のシリコンウエーハとして再利用されるが、イオン注入剥離法において予め用いる剥離される側のウエーハであるボンドウエーハの厚さを、再生ウエーハで必要とされる厚さより若干厚くしておき、本発明に係る再生処理を行った後、再利用において所望とされるウエーハの厚さとなるようにすることもできる。

【0045】

【実施例】以下、実施例及び比較例を示して本発明について具体的に説明する。

（実施例1、比較例1及び2）ボンドウエーハとして直径6インチのFZウエーハ表面に厚さ400nmの熱酸化膜を形成し、その熱酸化膜を通してウエーハ上面から水素イオンを注入した。このウエーハを同一口径のベースウエーハと結合し、剥離熱処理を加えて厚さ約400nmのSOI層を有するSOIウエーハを作製した。その際、副生された剥離ウエーハを18枚用いて、表面の酸化膜を除去したのち、以下の再生処理を行った。

実施例1（6枚）： 混酸エッチング（3μm）後、表面研磨（10μm）

比較例1（6枚）： 表面研磨（15μm）

比較例2（6枚）： 表面研磨（10μm）

尚、上記処理における括弧内の数値は、除去された厚さ（取り代）を示しており、混酸エッチングは、通常用いられるフッ酸と硝酸の混合液である酸エッチング液を用いて、ウエーハの全面をエッチングした。

【0046】そして、これら18枚の再生ウエーハと、

リファレンスとして通常の鏡面研磨ウエーハ14枚を縦型熱処理炉に投入して熱酸化処理（1050℃、1時間）を行った後、パーティクルカウンターを用いて0.2μm以上のサイズのパーティクル数を測定した。測定結果を図2に示した。尚、熱処理炉内の各ウエーハの配置は、炉内上方から下方（炉口）へ、実施例1（6枚）、リファレンス（7枚）、比較例1（6枚）、比較例2（6枚）、リファレンス（7枚）とした。

【0047】図2の結果から、本発明の実施例1の再生ウエーハにはパーティクルの発生がほとんどなかったのに対し、比較例1、2は相当数のパーティクルが発生していることがわかった。ここで、炉の下方側に配置したリファレンス7枚のうち、上部3枚にパーティクルの発生が多く見られるのは、比較例1及び2のウエーハに発生したパーティクルが落下して付着したものと考えられる。

【0048】（実施例2及び3）実施例1と同一条件で作製された剥離ウエーハを用いて、表面の酸化膜を除去した後、鏡面面取り加工（取り代約1μm）を行い、次いで表面研磨したウエーハ（実施例2）と、表面の酸化膜を除去後、酸化性雰囲気中で1000℃、30分の熱処理を行ってから再度表面の酸化膜を除去し、次いで表面研磨したウエーハ（実施例3）に対し、実施例1と同一の熱酸化処理を行い、その熱酸化前後におけるパーティクル発生状況を測定した。その結果を図3（A）

（B）に示した。尚、比較のため、上記比較例2の再生ウエーハの熱酸化処理前後におけるパーティクル発生状況も図3（C）に併記した。

【0049】この図から明らかなように、熱酸化処理前の各ウエーハは、いずれも表面にパーティクルの発生がほとんど見られない。一方、熱酸化処理後では、実施例2及び実施例3のウエーハにはパーティクルの発生は見られないが、比較例2のウエーハでは周辺部において相当数のパーティクルの付着が観察された。図3と前記図2に示した測定結果から明らかであるように、本発明にかかる再生処理を施して製造されたウエーハは、その後熱酸化処理を受けてもパーティクルが発生しないことが証明された。

【0050】尚、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。上記実施形態は、例示であり、本発明の特許請求の範囲に記載された技術的思想と実質的に同一な構成を有し、同様な作用効果を奏するものは、いかなるものであっても本発明の技術的範囲に包含される。

【0051】例えば、前記実施形態では、イオン注入剥離法により2枚のシリコンウエーハを酸化膜を介して結合させてSOIウエーハを作製した際に副生される剥離ウエーハについて説明したが、本発明は、他の結合ウエーハを作製した場合、すなわちイオン注入後、酸化膜を介さずに直接シリコンウエーハ同士を結合させて結合ウエーハを作製した場合、あるいはシリコンウエーハ同士

を結合する場合のみならず、シリコンウエーハにイオン注入して、これと $\text{SiO}_2$ 、 $\text{SiC}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 等の絶縁性ウエーハとを直接結合してSOIウエーハを作製した場合等に副生される剥離ウエーハを鏡面ウエーハとして再生させる場合にも適用することができる。さらに、イオン注入するウエーハとして、シリコン以外のウエーハ( $\text{SiO}_2$ 、 $\text{SiC}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 等)を用いて、これらの薄膜を有する結合ウエーハを作製した場合に副生される剥離ウエーハにも適用できる。

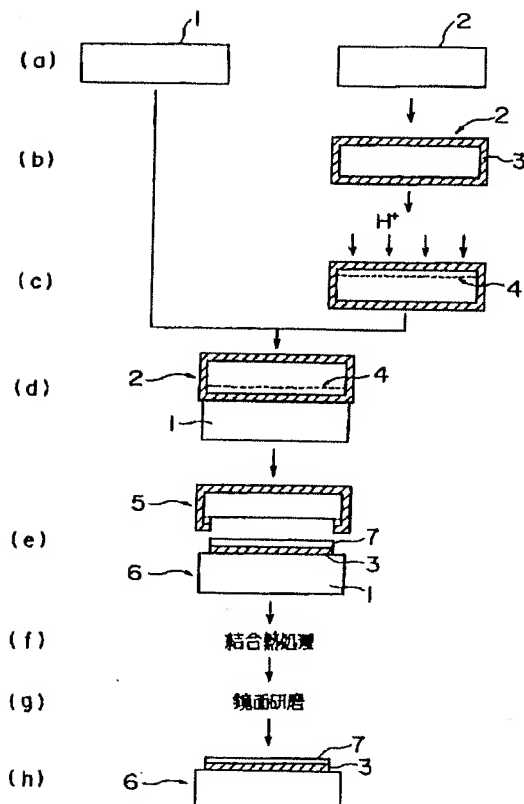
#### 【0052】

【発明の効果】以上説明したように、本発明により再生処理された剥離ウエーハは、面取り部においても確実にイオン注入層が除去されているため、その後熱処理を加えてもイオン注入層に起因するパーティクルが発生せず、剥離ウエーハ表面のダメージ層の除去および表面粗さの改善もされており、品質の高いウエーハを歩留り良く再生することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】(a)～(h)は、イオン注入剥離法によるSOIウエーハの製造工程の一例を示すフロー図である。 20

【図1】



【図2】再生ウエーハの熱酸化処理後に付着したパーティクル数を示すグラフである。

【図3】熱酸化処理前後の再生ウエーハに付着したパーティクルの分布図である。

(A) 面取り加工後、表面研磨して再生されたウエーハ (実施例2)

(B) 熱処理後、表面研磨して再生されたウエーハ (実施例3)

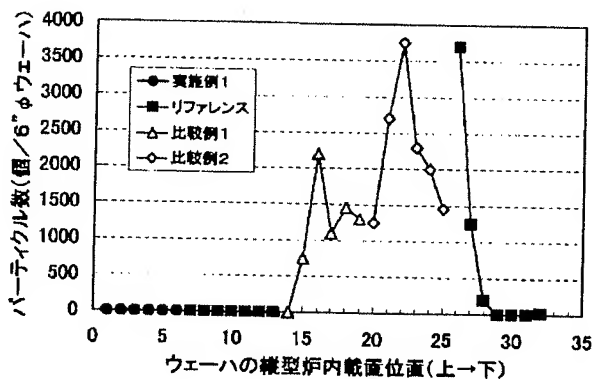
(C) 表面研磨のみされたウエーハ (比較例2)

10 【図4】(1)～(6)は、従来の方法により剥離ウエーハの表面を研磨して平坦化したときの問題点を示す説明図である。

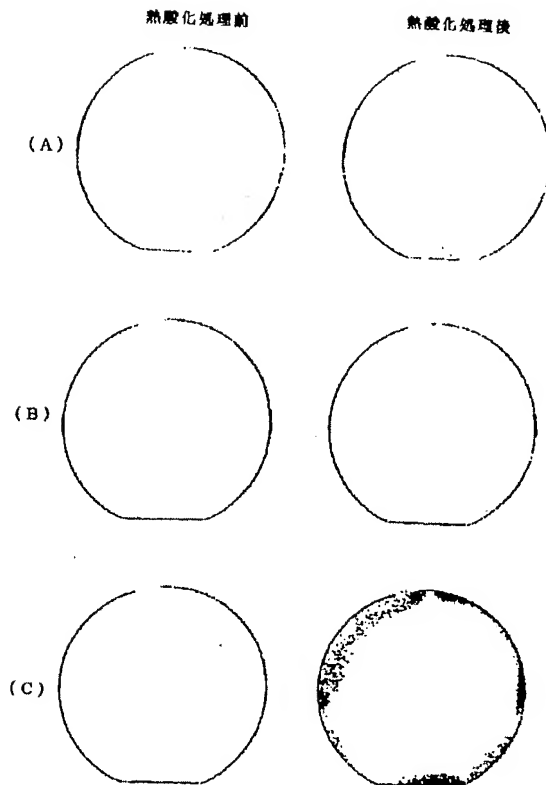
#### 【符号の説明】

1…ベースウエーハ、 2…ボンドウエーハ、 3…酸化膜、 4…水素イオン注入微小気泡層(封入層)、 5…剥離ウエーハ、 6…SOIウエーハ、 7…SOI層、 8…面取り部、 9…イオン注入層、 10…周辺の段差、 11…剥離面、 12…ダメージ層、 13…パーティクル。

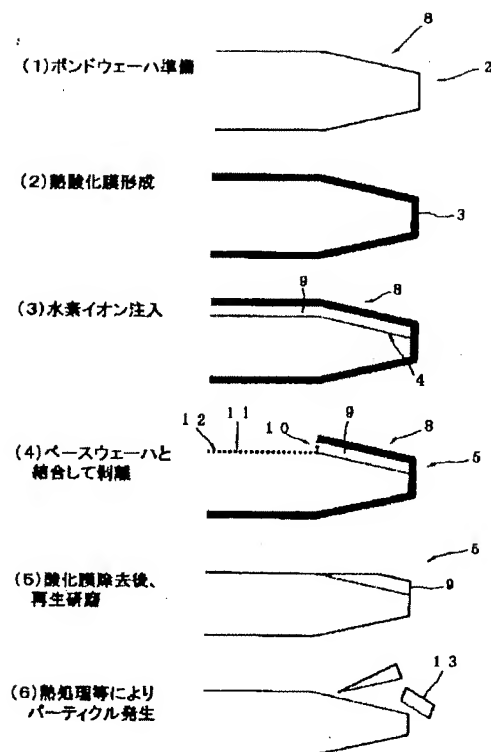
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72) 発明者 三谷 清  
群馬県安中市磯部 2 丁目 13 番 1 号 信越半  
導体株式会社半導体磯部研究所内

(72) 発明者 橋 直人  
群馬県安中市磯部 2 丁目 13 番 1 号 信越半  
導体株式会社半導体磯部研究所内

(72) 発明者 中野 正剛  
群馬県安中市磯部 2 丁目 13 番 1 号 信越半  
導体株式会社半導体磯部研究所内

(72) 発明者 チリー パージュ  
フランス国 38190 ベルニン、パルク  
テクノロジー デス フォンティネス、  
エス オー アイ テック エス・エー内

(72) 発明者 クリストファー マルヴィーユ  
フランス国 38190 ベルニン、パルク  
テクノロジー デス フォンティネス、  
エス オー アイ テック エス・エー内

F ターム(参考) 5F043 AA09 BB01 DD01 DD12 DD30  
GG10



# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-155978

(43)Date of publication of application : 08.06.2001

(51)Int.Cl.

H01L 21/02  
H01L 21/306  
H01L 27/12

(21)Application number : 11-338137

(71)Applicant : SHIN ETSU HANDOTAI CO LTD  
SOI TEC SILICON ON INSULATOR  
TECHNOLOGIES

(22)Date of filing : 29.11.1999

(72)Inventor : KUWABARA NOBORU  
MITANI KIYOSHI  
TATE NAOTO  
NAKANO MASATAKE  
CHIRII BURGE  
CHRISTOPHER MARUYIYU

## (54) REGENERATION PROCESSING METHOD OF FLAKED WAFER AND REGENERATED FLAKED WAFER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a regeneration processing method of a flaked wafer and a regenerated wafer of high quality and satisfactory yield without particles, even at heat treatment for the regenerated flaked wafer.

SOLUTION: In the regeneration processing method of flaked wafer as byproduct in an ion implantation flaking method, in which a joint wafer is obtained, the surface of the wafer is polished after an ion implantation layer of at least a chamfered part of the flaked wafer is removed. More specifically, the wafer is polished after an etching step, and/or a chamfering step of at least the chamfered part is carried out. Alternatively, the polishing is carried out after a heat treatment of the flaked wafer.